

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

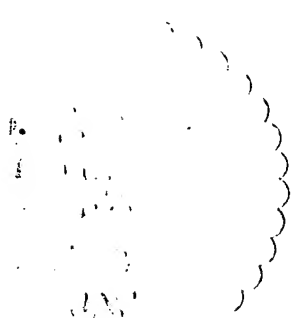
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 1 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 7 4 4 7 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 2 7 4 4 7 9]

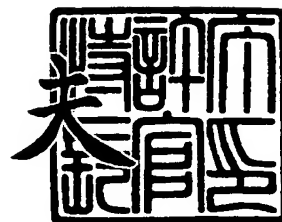
出 願 人 株式会社神戸製鋼所
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 0 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願
【整理番号】 32106
【提出日】 平成15年 7月15日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 C10L 5/44
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所
 高砂製作所内
 【氏名】 重久 卓夫
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所
 高砂製作所内
 【氏名】 田村 正明
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所
 高砂製作所内
 【氏名】 美藤 裕
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所
 高砂製作所内
 【氏名】 出口 哲也
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 3 番 1 号 株式会社神戸製鋼所
 高砂製作所内
 【氏名】 杉田 哲
【特許出願人】
 【識別番号】 000001199
 【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所
【代理人】
 【識別番号】 100067828
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小谷 悦司
【選任した代理人】
 【識別番号】 100075409
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 植木 久一
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-366686
 【出願日】 平成14年12月18日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 012472
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0216719

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

植物由来バイオマスの乾燥方法であって、

- (a) 植物由来バイオマスを粉砕する工程、
 - (b) 当該バイオマス粉砕物を 1 2 0 ～ 3 0 0 ℃の油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、および、
 - (c) 当該バイオマス粉砕物を油中にて 1 2 0 ～ 2 0 0 ℃で乾燥する工程を含み、
- 当該工程 (b) と (c) を行なう順序は任意であることを特徴とする植物由来バイオマスの乾燥方法。

【請求項 2】

上記処理工程 (b) に続いて上記乾燥工程 (c) を行なう請求項 1 に記載の乾燥方法。

【請求項 3】

植物由来バイオマスを粉砕する上記工程 (a) を油中に行なう請求項 1 または 2 に記載の乾燥方法。

【請求項 4】

上記植物由来バイオマスの粉砕物の平均粒径を 1 ～ 5 mm とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の乾燥方法。

【請求項 5】

上記乾燥方法において、バイオマス粉砕物と油との質量比率を 1 0 : 2 0 ～ 5 0 とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の乾燥方法。

【請求項 6】

上記植物由来バイオマス処理物の乾燥工程 (c) において発生する水蒸気の蒸発潜熱を、回収して再利用する請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の乾燥方法。

【請求項 7】

バイオマス燃料の製造方法であって、

- (d) 植物由来バイオマスを粉砕する工程、
- (e) 油と石炭から石炭スラリーを製造する工程、
- (f) 当該バイオマス粉砕物と当該石炭スラリーを混合する工程、
- (g) 当該バイオマス粉砕物または当該混合物を 1 2 0 ～ 3 0 0 ℃の油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、および
- (h) 当該バイオマス粉砕物または当該混合物を油中にて 1 2 0 ～ 2 0 0 ℃で乾燥する工程を含み、

当該工程 (f) ～ (h) を行なう順序は任意であることを特徴とするバイオマス燃料の製造方法。

【請求項 8】

上記石炭として低品位炭を使用する請求項 7 に記載のバイオマス燃料の製造方法。

【請求項 9】

バイオマス燃料の製造方法であって、

- (i) 植物由来バイオマスを粉砕する工程、
 - (j) 当該バイオマス粉砕物を 1 2 0 ～ 3 0 0 ℃の油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、
 - (k) 当該バイオマス粉砕物へガス化触媒を添加する工程、および、
 - (l) 当該バイオマス粉砕物を油中にて 1 2 0 ～ 2 0 0 ℃で乾燥する工程を含み、
- 当該工程 (k) を工程 (l) より前に実施する限り、工程 (j) ～ (l) を行なう順序は任意であることを特徴とするバイオマス燃料の製造方法。

【請求項 1 0】

バイオマス燃料の製造方法であって、

- (m) 植物由来バイオマスを粉砕する工程、
- (n) 当該バイオマス粉砕物を 1 2 0 ～ 3 0 0 ℃の重質油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、および、

(o) 当該バイオマス粉碎物を重質油中にて 1 2 0 ~ 2 0 0 ℃で乾燥する工程を含み、当該工程 (n) と (o) を行なう順序は任意であることを特徴とするバイオマス燃料の製造方法。

【請求項 1 1】

ガス化触媒を添加する工程を更に含み、当該工程を上記工程 (o) より前に実施する請求項 1 0 に記載のバイオマス燃料の製造方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 植物由来バイオマスの乾燥方法およびバイオマス燃料の製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、顕著なコスト低減を可能にした植物由来バイオマスの乾燥方法に関するものであり、更に、当該乾燥方法を利用したバイオマス燃料の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

「バイオマス」という語は、本来、生物学分野において「生物量」等と訳されていた。しかし、現在では生物学分野の垣根を越えて、生物起源の物質からなる食料、資材、燃料など広い概念を意味する語として用いられている。

【0003】

このバイオマスは、米糠や木炭などの様に利用方法が確立しているものもあるが、産業活動に伴う廃棄物として、その処理方法が検討されているものもある。例えば、農業系のバイオマス廃棄物としてはヤシガラや籾殻、林業系では木材チップダストや剪定枝、畜産系からは家畜の排泄物、水産系からは水産加工に伴う腸や骨、また、所謂生ゴミや下水汚泥等もバイオマスとされており、これらはいまだに処理方法が検討されている段階にある。

【0004】

これらバイオマスの処理には、コストの低減が必須要件として挙げられ、燃料等の資源として再利用できる方法であれば、なお望ましい。ところが、バイオマスには多量の水分が含まれており、先ず、この水分を除去する（乾燥する）ことが必要であるが、この乾燥工程には、いまだ再利用が困難となる程のコストを必要とするのが現状である。

【0005】

バイオマスのうち汚泥の乾燥方法としては、特許文献1～3に記載の方法を挙げることができる。これら乾燥方法は夫々特徴を有しながらも、油中、減圧～常圧条件下で汚泥を加熱する工程を含み、これにより乾燥に必要な熱エネルギーを低減する点において共通する。

【0006】

汚泥以外では、特許文献4に、木材チップを利用した流出油の吸収除去方法等が記載されており、当該木材チップの乾燥方法として、121～177℃の油中で3～12分間保持する方法が記載されている。また、特許文献5にも、木材を163～191℃の油中で加熱乾燥する方法が記載されている。

【0007】

しかし、これら乾燥方法は、その後の再利用を考慮すれば十分なものではない。つまり、バイオマスを減圧～常圧条件下に油中で加熱すれば、確かに乾燥はできるかもしれない。ところが、セルロースなど繊維状成分が多い植物由来バイオマスは、微細に粉碎することが困難で嵩の大きさに由来する搬送上のトラブルなどがあり、そのまま燃料として利用できるものではない。一方、これを石炭等の燃料へ混入することも考えられるが、微粉碎が困難である植物由来のバイオマスは、燃料の強度を著しく貶める。たとえ乾燥バイオマスを微粉碎して添加しても、単に乾燥したバイオマスにはバインダー効果はないため、やはり強度の点から添加量を抑えざるを得ない。

【0008】

この繊維質で微粉碎が困難である故の欠点を補うべく、バイオマスを油中で過酷な条件により加熱し、乾燥と共に分解してしまうことも考えられる。例えば、生ゴミや木材チップ等を含む植物由来のバイオマスは、セルロース、ヘミセルロース、リグニンを主な構成成分として有するので、油中、加圧条件下で高温加熱すれば、単糖類やモノリグノールといった低分子まで分解される。しかし、斯かる分解物は燃焼性が悪い上に、水溶性であるため水からの分離が著しく困難となり、燃料の構成成分として全く不適なものである。

【0009】

ところで、木材粉を石炭等と混合した燃料が、特許文献6～8に記載されている。これら燃料は、木材粉をバインダーとして利用しており、所定の強度を享有することや、低品質炭の燃焼に伴う煤煙が低減されていることを特徴としている。

【0010】

しかし、特許文献6～8にはバイオマス（木材粉）の乾燥という問題は全く認識されておらず、特許文献6に記載の技術に至っては、水蒸気により木材成分にバインダー活性を付与することまで行なわれている。従って、特許文献6～8に記載の燃料は、含有水分を原因として燃焼熱に乏しいことが想定される。

【0011】

また、特許文献9には動植物残渣等自体を乾燥して固形燃料とする技術が開示されているが、植物由来バイオマスの嵩の低減という問題は全く認識されていない。

【特許文献1】特開昭50-139574号公報（第1頁）

【特許文献2】特開昭63-165490号公報（請求項1等）

【特許文献3】特公平7-41268号公報（請求項1等）

【特許文献4】米国特許第4,959,154号明細書（第2頁右段第30～36行）

【特許文献5】米国特許第5,244,472号明細書（請求項1等）

【特許文献6】特公昭58-44718号公報（第1頁）

【特許文献7】特開昭60-262891号公報（請求項1等）

【特許文献8】特公平1-15560号公報（請求項1等）

【特許文献9】特開平7-278581号公報（請求項1等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

上述した様に、これまでもバイオマスを乾燥する方法は知られていたが、植物由来バイオマスの乾燥にそのまま応用するには、その後の再利用を考慮すれば必ずしも適切なものではなかった。また、乾燥に利用した油分の回収は決して容易ではなく、且つ被処理バイオマスの体積の面から大量処理できるものではなかった。更に、植物由来バイオマスを含有する燃料も知られていたが、植物由来バイオマスを乾燥する有効な方法がないことから、その製造に多大なコストがかかり、且つ満足な特性を有する燃料を製造できなかったため、実用化し難いものであった。

【0013】

そこで、本発明が解決すべき課題は、植物由来バイオマスを乾燥するに当って、利用する油分の回収が容易であることからコストが顕著に低減され、且つ植物由来バイオマスの燃料としての利用価値を貶めない方法、および当該方法により乾燥された植物由来バイオマスを利用するバイオマス燃料の製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明者は、上記課題を解決すべく、植物由来バイオマスの乾燥に際して、低コストである油中での加熱処理を応用することを考え、その条件につき鋭意研究を重ねた。その結果、油中での加熱乾燥処理に加えて所定の処理を行えば上記課題が解決できることを見出して、本発明を完成した。

【0015】

即ち、本発明に係る植物由来バイオマスの乾燥方法は、（a）植物由来バイオマスを粉碎する工程、（b）当該バイオマス粉碎物を120～300℃の油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、および、（c）当該バイオマス粉碎物を油中にて120～200℃で乾燥する工程を含み、当該工程（b）と（c）を行なう順序は任意であることを特徴とする。

【0016】

特に、処理工程（b）により被処理バイオマスの一部分解が可能になり、燃料成分としての特性を失わずにその後の処理が容易且つ効率的となりコストの低減を図ることができ

る上に、バイオマスの再利用が可能となる。

【0017】

上記乾燥方法では、上記処理工程（b）に続いて上記乾燥工程（c）を行なうことが好ましい。処理工程（b）により被処理バイオマスの嵩を低減できるため、乾燥工程（c）でより多量の処理が可能となるからである。

【0018】

植物由来バイオマスを粉砕する上記工程（a）は、油中で行なうことが好ましい。粉砕後に油中に混合するという工程を必要とせず、パイプラインを利用してそのまま次工程へ移行することができることから、バッチ処理ではなく連続的処理が可能となり、乾燥処理全体の効率化が可能となるからである。

【0019】

上記植物由来バイオマスの粉砕物の平均粒径としては、1～5mmが好ましい。次工程における加圧下の加熱処理による分子レベルの一部分解前に適切な粒度とすることによって、流動性を損なうことなく、且つ一部分解に要するエネルギーを軽減できるからである。

【0020】

上記乾燥方法においては、バイオマス粉砕物と油との質量比率を10：20～50とするのが好ましい。必要以上の媒体油を用いることは、プロセス全体におけるコスト低減の観点から好ましくない一方で、パイプラインを利用した連続的な処理を可能にすべく、混合物の流動性を保つためである。

【0021】

上記植物由来バイオマス処理物の乾燥工程（c）において発生する水蒸気の蒸発潜熱は、回収して再利用することが好ましい。発生する熱量の無駄を抑制し、コストの低減を図ることができるからである。

【0022】

本発明に係るバイオマス燃料の製造方法は、（d）植物由来バイオマスを粉砕する工程、（e）油と石炭から石炭スラリーを製造する工程、（f）当該バイオマス粉砕物と当該石炭スラリーを混合する工程、（g）当該バイオマス粉砕物または当該混合物を120～300℃の油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、および（h）当該バイオマス粉砕物または当該混合物（当該バイオマス粉砕物と当該石炭スラリーとの混合物）を油中にて120～200℃で乾燥する工程を含み、当該工程（f）～（h）を行なう順序は任意であることを特徴とする。

【0023】

本製造方法は、上述した本発明に係る乾燥方法を利用することから、低コストでバイオマス燃料を製造できるので、燃焼熱が低いというバイオマスの欠点が表面化しない程度の量までバイオマスを添加することができる。その一方で、本製造方法により得られるバイオマス燃料は、着火性に優れるというバイオマス燃料の利点をそのまま享有している。また、本製造方法では、本発明に係る乾燥方法の好ましい態様を、そのまま利用することもできる。

【0024】

当該製造方法では、上記石炭として低品位炭を使用することができる。油中での加熱工程を経ることによって、低品位炭に含まれる水分を低コストで除去することができ、且つ燃料の保存時や輸送時における自然発火を抑止できることから、安価で利用率の低い低品位炭の有効利用が可能となるからである。

【0025】

本発明に係る第二のバイオマス燃料の製造方法は、（i）植物由来バイオマスを粉砕する工程、（j）当該バイオマス粉砕物を120～300℃の油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、（k）当該バイオマス粉砕物へガス化触媒を添加する工程、および、（l）当該バイオマス粉砕物を油中にて120～200℃で乾燥する工程を含み、当該工程（k）を工程（l）より前に実施する限り、工程（j）～（

1) を行なう順序は任意であることを特徴とする。

【0026】

本製造方法も、上述した本発明に係る乾燥方法の特性をそのまま享有する。従って、本製造方法では、本発明に係る乾燥方法の好ましい態様を、そのまま利用することもできる。その上、本製造方法により得られたバイオマス燃料は、ガス化触媒がバイオマスの空孔内に入り込んでいるため、ガス化触媒とバイオマスとの接触面積が極めて大きい。従って、別途担持されたガス化触媒によってバイオマスのガス化を行なう従来のガス化方法に比して、効率的にバイオマスのガス化が進行するため、ガス化燃料として極めて優れている。

【0027】

本発明に係る第三のバイオマス燃料の製造方法は、(m) 植物由来バイオマスを粉砕する工程、(n) 当該バイオマス粉砕物を 120～300℃の重質油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、および、(o) 当該バイオマス粉砕物を重質油中にて 120～200℃で乾燥する工程を含み、当該工程 (n) と (o) を行なう順序は任意であることを特徴とする。本バイオマス燃料は、従来、火力発電の燃料等に使用されてきた重質油（重油や超重質油）にカーボンニュートラルなバイオマスを添加することによって、地球温暖化の問題に対応でき、また、良好な着火性を享有するものである。

【0028】

本製造方法でも、更にガス化触媒を添加する工程を更に含み、当該工程を上記工程 (o) より前に実施することが好ましい。上述した第三の製造方法により得られるバイオマス燃料と同様の作用効果を有する燃料が製造でき、また、バイオマスと重質油の両方のガス化を促進することによって、優れた燃料ガスが得られるからである。

【発明の効果】

【0029】

本発明に係る植物由来バイオマスの乾燥方法は、低コストで実施することができ、効率的な処理も可能であり、且つ植物由来バイオマスの燃料としての利用価値を貶めない。また、得られた乾燥植物由来バイオマスは、適度に分解されており、石炭や重質油への添加が可能となっているため、着火性の良いバイオマス燃料の構成成分とすることができる。

【0030】

従って、本発明に係る乾燥方法とバイオマス燃料の製造方法は、従来、処理が困難であったバイオマスの処理と再利用を可能にするものとして、産業上非常に有用である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

本発明に係る植物由来バイオマスの乾燥方法が享有する最大の特徴は、コストが顕著に低減されている上に、植物由来バイオマスの燃料としての利用価値を貶めない点にある。

【0032】

即ち、油分を用いた従来のバイオマスの乾燥方法を植物由来バイオマスの乾燥にそのまま応用すると、油分の回収性が悪くコストがかかり、また、繊維質に由来する嵩高さにより燃料の構成成分とすることができないか、或いは主要構成成分であるセルロース等が低分子レベルまで分解され、植物由来バイオマスが有する燃料としての利点を失ってしまうという問題があった。しかし、本発明者らは、従来の乾燥方法である油中での加熱処理に加えて所定の処理を行なうことによって、当該問題の解決を図ることができることを見出し、本発明を完成した。

【0033】

以下に、斯かる特徴を発揮する本発明の実施形態、及びその効果について説明する。

【0034】

本発明に係る植物由来バイオマスの乾燥方法は、(1) 植物由来バイオマスを粉砕する工程、(2) 該バイオマス粉砕物を 120～300℃の油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程、(3) 該バイオマス処理物を油中にて 120～

200℃で処理する工程を含む。尚、当該乾燥方法の好適な実施形態の模式図を、図1として示す。

【0035】

(1)「植物由来バイオマスを粉砕する工程」は、主に効率的な乾燥を行なうために行なうものである。

【0036】

「植物由来バイオマス」とは、本発明においては、セルロース、ヘミセルロースおよびリグニンを主な構成成分とするものをいう。ここで、一般的技術文献(大木道則ら編、「化学大辞典」、第1版、東京化学同人、1989年10月20日発行)によれば、「セルロース」とは、「特殊の植物を除いては、ほとんどすべての植物、一部の細菌、一部の動物に分布する β -D-1,4-グルカン」をいい、「ヘミセルロース」は、「陸生植物細胞壁成分中のセルロースとペクチン質を除いた水不溶、アルカリ可溶性多糖類についていうことが多い」とされている。また、「リグニン」とは、「植物の維管束細胞壁成分として存在する無定形高分子物質」をいう(同文献第1275, 2147, 2460頁を参照)。従って、本発明で使用する「植物由来バイオマス」としては、ヤシガラ、サトウキビバガス、麦わら、籾殻等の農業系バイオマス；チップダスト、のこ屑、鉋屑、伐採枝等の林業系バイオマス；生ごみ等の廃棄物系バイオマスを挙げることができる。特に、ヤシ油や砂糖の生産においては、実にヤシの約95%、サトウキビの約43%が廃棄物として生じ、その処理が問題となっているため、本発明の応用価値が高い。

【0037】

また、これら「植物由来バイオマス」を燃料として利用することには、二酸化炭素排出量を増加しないという利点もある。例えば、石炭を燃焼すると、古代において固定化され本来は大気中へ放出されないはずの炭素が、二酸化炭素として空気中へ放出されることになる。一方、植物由来バイオマスに含まれる炭素は、少なくとも原料となる植物の生育時に固定化されたものであるため、一定の期間を考えれば、実質的に空気中の二酸化炭素は増加していない。この点から、「植物由来バイオマス」はカーボンニュートラルな燃料原料といわれており、地球温暖化を考慮すれば、積極的に燃料として使用することが望ましい。

【0038】

植物バイオマスの「粉砕」は、油中で行なうことが好ましい。別に粉砕した上で油中に投じてよいが、油中で粉砕すれば、スラリー状態でのパイプライン輸送が可能になり、大量的かつ連続的に処理できるからである。斯かる「粉砕」の具体例としては、先ず、ローラクランチャー等により粗粉砕した後に、流通管型攪拌ミル等を用いて油中粉砕することが挙げられる。

【0039】

斯かる粉砕物の平均粒径としては、1～5mmが好ましい。次工程において、バイオマスを分子レベルで一部分解するので、必要以上に粉砕する必要がない一方で、5mmを超えるとパイプラインでの輸送が困難になる場合があるからである。

【0040】

この平均粒径の測定方法としては、当該平均粒径を規定することの意義を喪失しない限り特に制限なく公知方法を採用することができるが、例えば、次の方法を挙げることができる。即ち、油中粉砕した試料をよく混合し、その一部をサンプリングして媒体油で10倍に希釈した後、これを口径10cm以上の濾紙を用いてバイオマス粉砕物ができるだけ重ならない様に濾過し、その結果を写真撮影して、粉砕物の長手方向の長さを測定する。この際、測定データは100個以上とするのが好ましい。得られたデータの内、95%が1～5mmの範囲であれば、平均粒径が規定範囲のものとする。一部に過大粒子や過少粒子があったとしても、ごく一部であれば本発明の効果に影響を及ぼさないからである。

【0041】

また、バイオマス粉砕物と油との質量比率は、10:20～50が好ましい。必要以上の媒体油を用いることは、プロセス全体におけるコスト低減の観点から好ましくない一方

で、パイプラインを利用した連続的な処理を可能にすべく、混合物の流動性を保つためである。斯かる要件は、後続の工程（２）および（３）においても好ましいものである。

【0042】

ここで使用される「油」は特に制限されないが、一般には石油系の軽油、灯油、潤滑油等であり、初留点が150℃以上で95%留出温度が300℃以下のものを好適に使用する。バイオマスの乾燥工程後は、先ず機械的な脱油を行ない、次いで加熱して過剰の油を除去することが好ましいが、この際、コスト低減の観点から、過剰の熱エネルギーを必要としないことが望ましいからである。また、「油」には、アスファルト等の重質油を添加してもよい。

【0043】

（２）「該バイオマス粉碎物を120～300℃の油中にて、当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下で処理する工程」は、植物由来バイオマスの一部のみを分解して改質するための工程、即ち、主要構成成分であるセルロースとリグニンは維持しつつ、分解され易いヘミセルロースのみを分解するための工程である。当該工程によって、良好な着火性というバイオマスの燃料としての特性を維持しつつバイオマス体積を低減して、油分との分離を容易にでき、また、大量処理や石炭燃料等への添加を可能にすることができる。

【0044】

「120～300℃」で「当該温度における当該油の蒸気圧以上の加圧下」という条件は、実質的にヘミセルロースのみを分解するものとして規定した。つまり、120℃未満であれば迅速な処理がし難い場合があり、300℃を超えるとセルロース等も分解されてしまう可能性がある。当該温度条件としては、140℃以上、160℃以上、180℃以上、200℃以上、290℃以下、280℃以下、270℃以下が好ましい。

【0045】

また、「当該温度における当該油の蒸気圧以上」としたのは、媒体油の留出を抑制しつつ加圧・加熱することによってヘミセルロースを加水分解するためである。当該圧力の上限は特に制限されないが、設備費用の面等から「5MPa以下」とするのが好ましい。より好ましくは、媒体油の蒸気圧以上であることは必要であるが、4MPa以下、3MPa以下、2MPa以下、1MPa以下が好適である。また、当該改質工程（２）を後述の乾燥工程（３）よりも先に実施する場合には、当該圧力を実施温度の水蒸気圧以上にするのが好ましい。バイオマスに含まれる水を逃がさず、更なる水添加を必要とせず自身の含有水によって、効率的な一部分解を進行させるためである。

【0046】

当該工程は、10～90分間行なうことが好ましい。10分未満であるとヘミセルロースが十分に分解できない場合があり、90分を超えるとセルロース等まで分解されるおそれがあるからである。当該時間については、20分以上、40分以上、80分以下で処理することが好ましく、約1時間が最適である。

【0047】

当該工程は、「植物由来バイオマス」を燃料として使用する場合にも効果を発揮する。即ち、乾燥した「植物由来バイオマス」をそのまま石炭等へ添加すると、燃料の強度が低下し、また、燃焼時においてバーナーへの搬送管等の目詰まりを生じる。しかし、当該工程を経れば、燃料成分としての特性を失うことなく、適度に微細化されるので、斯かる問題は発生しない。

【0048】

当該工程を行なう加熱槽は特に制限されないが、例えば回分式反応器、完全混合型反応器、押し出し流れ型反応器を挙げることができる。

【0049】

また、後述する乾燥工程（３）においては、バイオマスの気孔から水分が放出され、代わりに油分が入り込むことになるが、一部が分解されることによって気孔に保持される油分が低減されるため、プロセス全体における油分のロスが減り、ここでもコストを抑える

ことができる。

【0050】

(3) 「該バイオマス処理物を油中にて120～200℃で処理する工程」は、バイオマスを乾燥する工程である。

【0051】

当該工程の圧力は、実施温度に依存する飽和水蒸気圧未満であれば、特に制限されない。減圧下或いは常圧であれば効率的な乾燥が可能になり、また、飽和水蒸気圧未満の加圧下であれば、後述する様に水蒸気を加圧することにより発生する蒸発潜熱を再利用する際におけるコンプレッサーの負荷を小さくできることから、実際の運転上有利だからである。

【0052】

当該工程で発生した水蒸気の蒸発潜熱は、回収して再利用することが好ましい。その実施形態は、発生した水蒸気を加圧して蒸発潜熱を発生させ、前記改質工程(2)または当該乾燥工程(3)における加熱に使用することによって、本発明の実施をより効率的にするものである。これにより、プロセス全体のエネルギー利用効率を高めることが可能となり、コストを抑えることができる。

【0053】

乾燥後においては、遠心脱水法や圧縮脱水法、或いはフラッシュ法によって油分を除去する。次いで、更に過剰な油分を除去すべく、加熱することにより油分を留去してもよい。こうして回収された油分は、コスト面から再利用する。

【0054】

上記改質工程(2)と乾燥工程(3)の実施順序は問わないが、改質工程(2)を先に実施することが好ましい。改質工程(2)によって被処理植物由来バイオマスの体積を減らし乾燥工程(3)の実施が容易になる上に、バイオマスの一部が分解しているため、効率的に乾燥することができるからである。

【0055】

上述した方法を利用して乾燥した植物由来バイオマスは、燃料の構成成分とすることができる。この乾燥された植物由来バイオマスは、燃焼熱量は小さいものの着火性はよく、また、カーボンニュートラルであることから、環境の二酸化炭素量の増加を抑制することができる。その上、本発明によって、これまで適切な乾燥方法がなく、コストをかけて処理するか廃棄せざるを得なかったバイオマスの有効再利用が可能となる。

【0056】

その様なバイオマス燃料の第一の製造方法は次の通りであり、当該製造方法の好適な実施形態の模式図を図2に示す。

【0057】

先ず、油と石炭から石炭スラリーを製造する(石炭スラリー製造工程(4))。スラリーにするのは、パイプライン輸送を可能にしてプロセス全体の効率化を図ると共に、乾燥植物由来バイオマスとの混合を容易にするためである。

【0058】

「石炭」としては、褐炭、亜炭、亜瀝青炭等の高水分含有多孔質炭など、所謂「低品位炭」を用いることが好ましい。低品位炭は、水分含量が多い等の理由によって安価でありコストを抑制できる一方で、後の乾燥工程(3)により低コストで脱水できるからである。

【0059】

石炭スラリー製造工程(4)を経て得られた「石炭スラリー」を、バイオマス処理物と混合する(混合工程(5))。斯かる混合を実質的に均一になるまで行なうことによって、バイオマスの着火性と石炭の高発熱性を安定的に発揮できる燃料を製造することが可能になる。本発明においては、乾燥工程(3)を安価に行なうことができるため、従来、コスト面から制限せざるを得なかったバイオマスの添加量を増やすことができる。しかし、バイオマスには燃焼熱量が小さいという不利点があるので、その添加量は、燃料全体に対

して30質量%に抑えることが好ましい。

【0060】

ここで、これら工程(2)、(3)、(5)の実施順序は特に制限されず、(2)→(3)→(5)、(3)→(2)→(5)、(5)→(2)→(3)、(5)→(3)→(2)、(2)→(5)→(3)、(3)→(5)→(2)のいずれでもよい。

【0061】

但し、石炭として低品位炭を用いた場合には低品位炭を乾燥する必要があるため、乾燥工程(3)の前に混合工程(5)を実施する必要がある。尚、処理条件としては、前述した乾燥方法におけるものと同じの条件を採用することができる。

【0062】

尚、当該乾燥工程において、添加剤として石油系アスファルト等の重質油を添加すれば、石炭の気孔に存在した水の代わりに重質油が入り込むため、保存時や輸送時の自然発火を抑制することができる。この際には、軽油や灯油等よりも、重質油が選択的に取り込まれることが明らかにされている。

【0063】

乾燥後は、媒体油の分離除去を行なう。こうして得られたバイオマス燃料は、バイオマスの良好な着火性と石炭の高エネルギー性の両特性を具備している。また、従来のバイオマス燃料は、バイオマスの乾燥に要するコストからバイオマスの添加量を抑制せざるを得なかったが、本発明の製造方法によれば、燃料の高エネルギー性を損なわない程度までバイオマスを添加することができる。

【0064】

本発明に係る第二のバイオマス燃料の製造方法は、ガス化燃料を製造する方法である。当該製造方法の好適な実施形態の模式図を図3に示す。

【0065】

当該方法は、ガス化触媒を添加する工程が加わる他は、上述した乾燥方法と同一である。このガス化触媒の添加工程は、乾燥工程以前であれば何れの段階で行なってもよい。

【0066】

但し、乾燥工程までに添加することは必須である。乾燥工程ではバイオマスの気孔から水分が抜けるが、その際、油分と共にガス化触媒も気孔中へ入り込む必要があるからである。即ち、従来のバイオマスを利用したガス化プロセスでは、触媒を別の担体に担持したものをを用いるため、バイオマスと触媒が常に近接していたわけではなく、実際の使用時(ガス化時)にチャーやタールが残留した。しかし、本発明の製造方法によれば、効率的なガス化処理が可能な極めて優れたガス化燃料を得ることができる。

【0067】

本製造方法で使用されるガス化触媒は、植物由来バイオマスの主要構成成分であるセルロース、ヘミセルロース、およびリグニンのガス化を促進できるものであれば特に制限はないが、例えばラネーニッケル、活性アルミナ、Rh/CeO₂/SiO₂触媒、Fe触媒等を挙げることができる。

【0068】

本発明に係る第三のバイオマス燃料の製造方法は、バイオマスを含む重質油燃料を製造する方法である。当該製造方法の好適な実施形態の模式図を図4に示す。

【0069】

当該方法では、前述した本発明に係る植物由来バイオマスの乾燥方法において、「油」として重質油を用いる。

【0070】

ここで「重質油」とは、主に重油や超重質油をいう。これらは火力発電所の燃料として用いられるものであるから、当該製造方法では、上記の乾燥方法やバイオマス燃料の製造方法の様に油分とバイオマスを分離することはせず、直接燃料として用いる。当該燃料に含まれるバイオマスは、元々粉碎されている上にヘミセルロースが化学的に分解されているため、燃料の流動性を阻害することはない。

【0071】

また、重質油－バイオマス混合物の流動性が低く生産性が比較的悪い場合には、石油系の軽油、灯油、潤滑油等を希釈油として混合してもよい。この「希釈油」は、乾燥工程を経た後において選択的に留去し回収再利用してもよいが、分離回収せずにそのままバイオマス燃料の構成成分としてもよい。尚、使用される「希釈油」に特に制限はないが、初留点150℃以上のものが好ましい。

【0072】

当該製造方法においては、更にガス化触媒を添加する工程を含んでいてもよい。こうして得られたバイオマス燃料は、ガス化工程を経ることによってバイオマスと共に重質油もガス化され、燃料ガスとすることができる。バイオマスは重質油よりも硫黄含有量が少ないため、こうして得られる燃料ガスは、よりクリーンなものである。

【0073】

ここで使用されるガス化触媒や、ガス化触媒を添加する工程については、前述した第二のバイオマス燃料の製造方法における条件と同様のものを採用できる。

【0074】

本発明は以上の様に構成されており、本発明に係る植物由来バイオマスの乾燥方法では、植物由来バイオマスの主な構成成分のうち実質的にヘミセルロースのみを選択的に分解した上で低コストに乾燥できることから、バイオマスの微細化を実現することができ、結果として大量処理が可能になり、且つ燃料成分としての特性を失うことなく燃料へ添加することができる。

【0075】

また、本発明に係るバイオマス燃料の製造方法によれば、低コストで優れたバイオマス燃料を製造できる上に、従来、処理方法が検討されてきたバイオマスの利用が可能になる。

【0076】

以下に、実施例を示すことにより本発明を更に詳細に説明するが、本発明の範囲はこれらに限定されるものではない。

【実施例1】

【0077】

(実施例1)

内容積5Lのオートクレーブにニュージーランド松材の大鋸屑292gを入れ、更に灯油1785gを加えて初期圧1MPaの窒素を封入した。

【0078】

その後、180℃または200℃に昇温して1時間処理した。当該処理後、大鋸屑は適度に分解されて、灯油分の分離が見られた。これを濾過により分離して重量を測定した。

【0079】

また、別途実験を行なって当該大鋸屑に吸収される油分の限界量を測定したところ、約5重量倍の油分が当該大鋸屑に保持され、この油分は、単なる濾過では分離することはできないことを確認した。

【0080】

以上の結果より、処理前に保持されていた油分の何%が分離できる様になったか（液分離性）を、下式により計算した。尚、下式中、「 292×5 」は上記大鋸屑に吸収保持される灯油分の限界量を示し、「 $1785 - 292 \times 5$ 」は、上記実験中処理前において大鋸屑に吸収されず液相として存在する灯油分量を示す。

【0081】

【化1】

$$\text{液分離性} = \frac{\text{処理後ろ液重量} - (1785 - 292 \times 5)}{292 \times 5} \times 100(\%)$$

【0082】

得られた結果を、表1に示す。

【0083】

【表1】

処理温度	180℃	200℃
液分離性	39.4%	47.8%

【0084】

当該結果より、植物由来バイオマスに所定の加圧加熱処理（本発明に係るバイオマスの改質工程（2））を施せば、バイオマスは適度に分解されると共に、油の回収も容易になることから、経済的に優れた処理が可能であることが実証された。

【0085】

（実施例2）

内容積15Lのオートクレーブに松材の大鋸屑1.4kgと5.38kgの灯油を仕込み、圧力を0.3MPaに保って150～180℃で1時間乾燥処理を行なった（試料1）。

【0086】

得られた乾燥バイオマススラリーのうち500gを更に5Lのオートクレーブに仕込み、圧力1MPa（初期圧力）～1.7MPa、温度250℃で1時間処理した（試料2）。

【0087】

スラリー状の上記試料1と2を遠心分離機で油分と乾燥バイオマスに分離し、重量を測定した。また、各試料を真空中で熱風乾燥し、その重量も測定した。熱風乾燥後の重量を100とした場合における遠心分離後の相対重量を、表2に示す。

【0088】

【表2】

	試料1	試料2
遠心分離後相対重量	110	104
熱風乾燥後相対重量	100	100

【0089】

遠心分離条件 回転数：1,000rpm × 10分
熱風乾燥乾燥条件 乾燥温度：150℃ × 10時間。

【0090】

上記結果より、乾燥処理のみで得られたバイオマススラリーから油分を回収する場合に比べ、乾燥後に改質処理を行なうことによって、油分の回収率を向上できることが明らかにされた。

【0091】

また、遠心分離後の試料1、2を窒素気流中で180℃保持して熱重量分析を行ない、所定時間ごとの相対重量を測定することによって、油分の除去速度を比較した。結果を図5に示す。

【0092】

当該結果より、本発明の改質処理を経た試料2の方が、油分の切れが良いことが実証された。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 3 】

【図 1】 本発明に係る植物由来バイオマスの乾燥方法の好適実施形態の模式図

【図 2】 本発明に係るバイオマス燃料の第一製造方法における好適実施形態の模式図

【図 3】 本発明に係るバイオマス燃料の第二製造方法における好適実施形態の模式図

【図 4】 本発明に係るバイオマス燃料の第三製造方法における好適実施形態の模式図

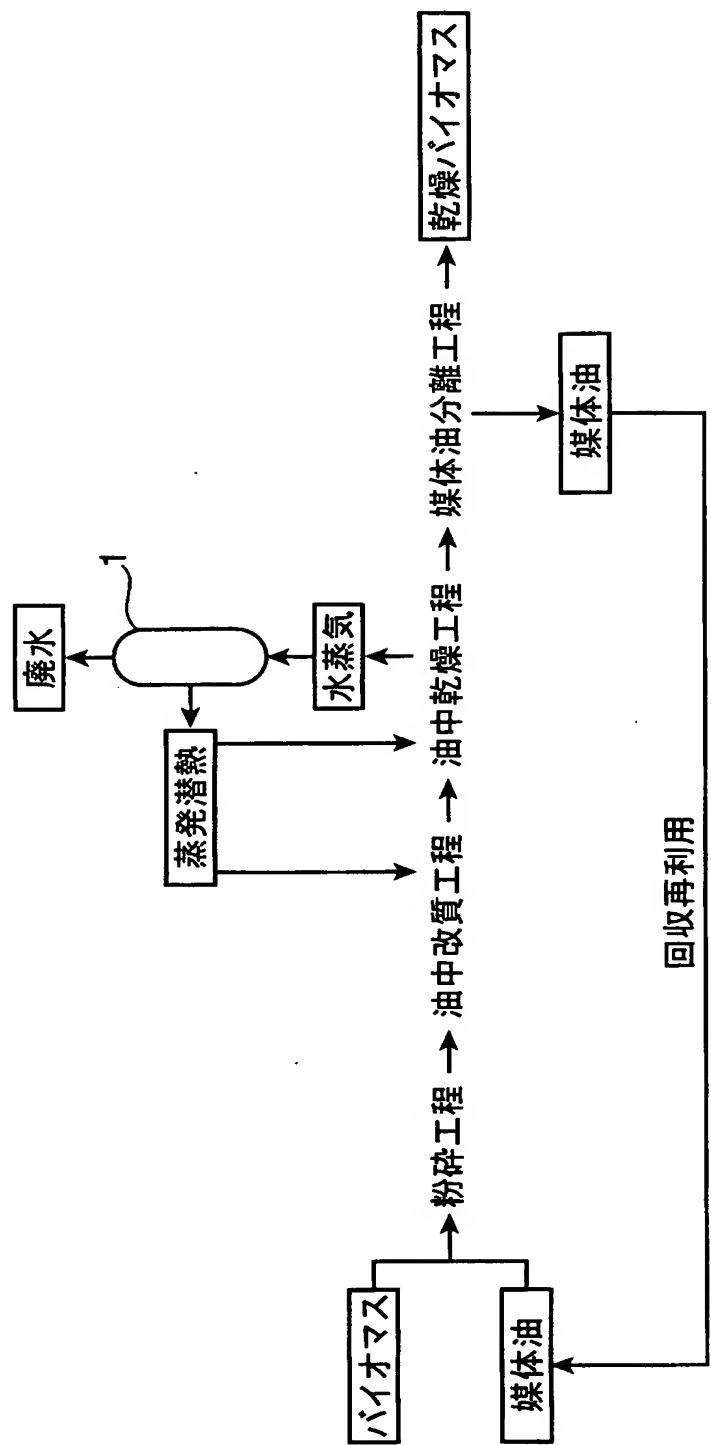
【図 5】 バイオマスの油切れを示す図

【符号の説明】

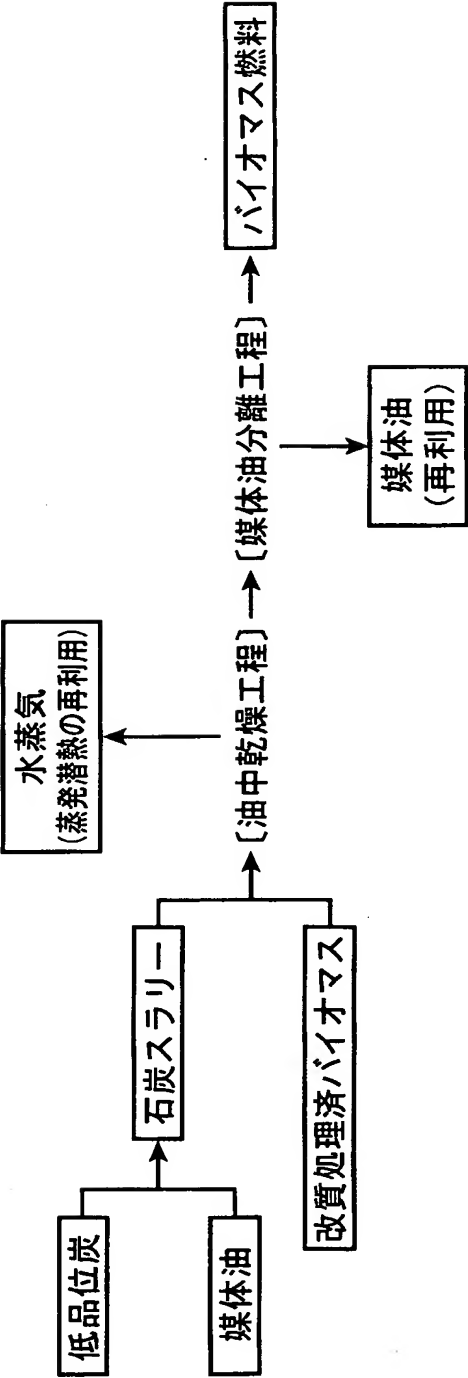
【 0 0 9 4 】

1：加圧器

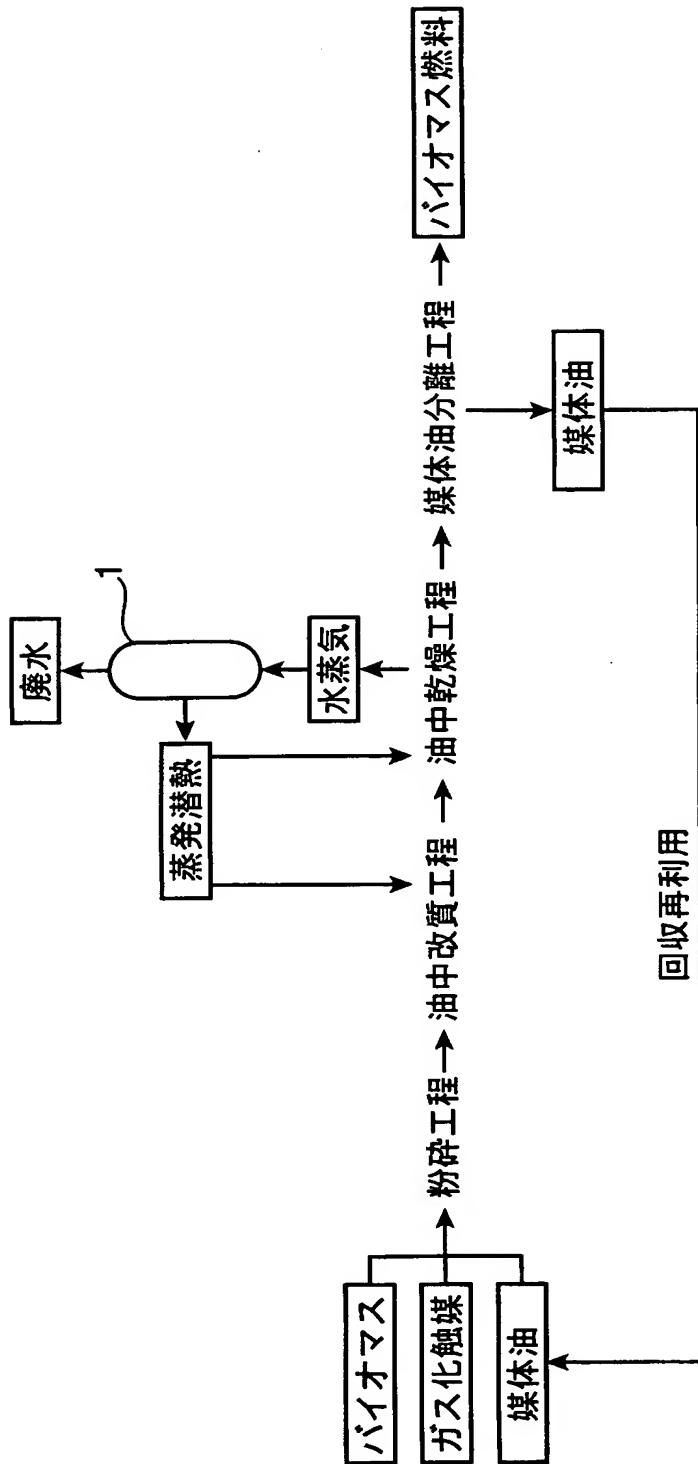
【書類名】 図面
【図 1】



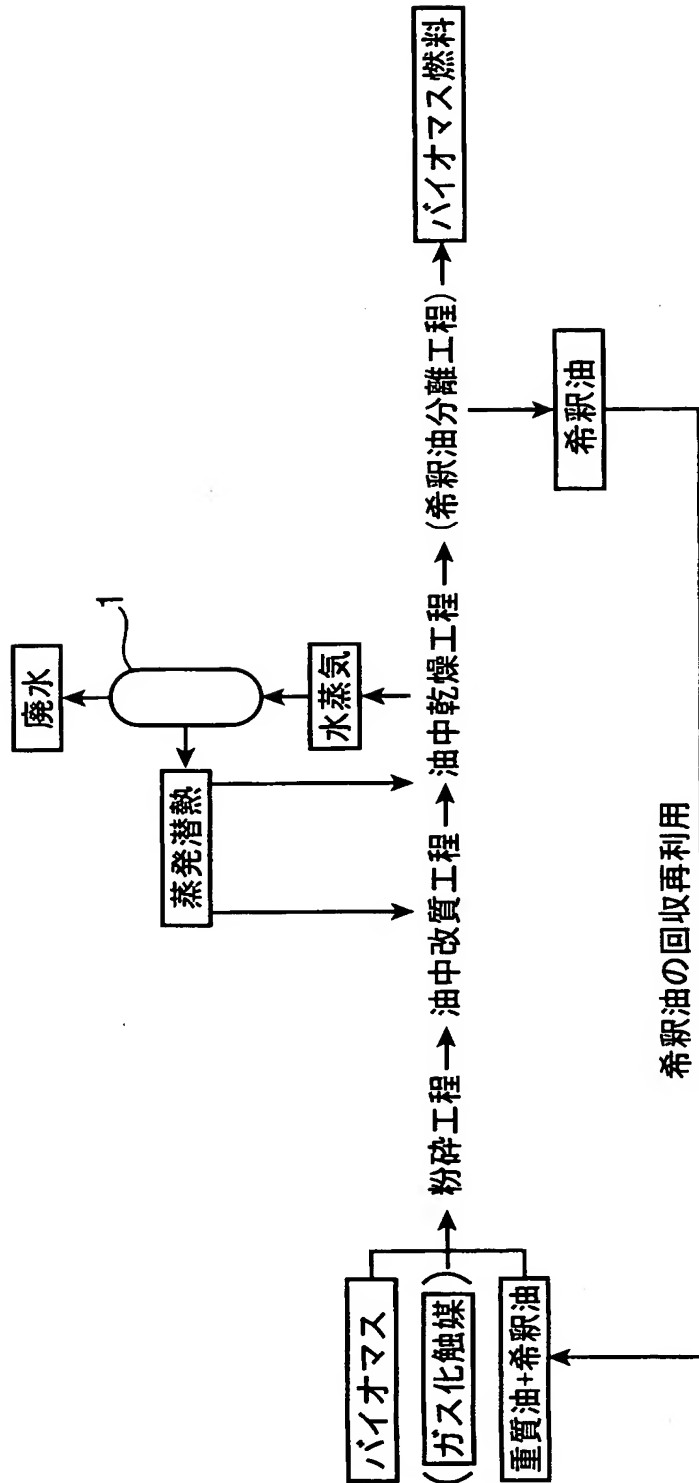
【図 2】



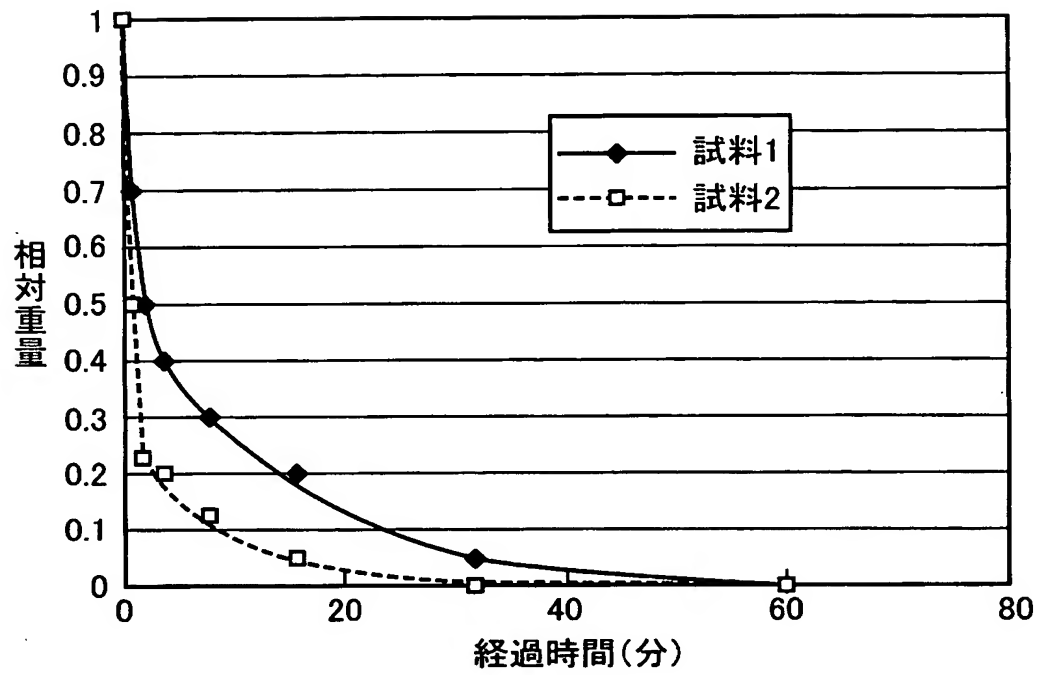
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【課題】 従来、有効な処理方法や再利用方法が確立されていなかった植物由来バイオマスについて、コストが顕著に低減され、効率的な処理も可能であり、且つ植物由来バイオマスの燃料としての利用価値を貶めない乾燥方法、および当該方法により乾燥された植物由来バイオマスを利用するバイオマス燃料の製造方法を提供する。

【解決手段】 植物由来バイオマスにつき、油中で加熱脱水（乾燥）を行なうと共に、所定の改質処理を行なうことを特徴とする乾燥方法を開示する。本方法で乾燥された植物由来バイオマスは、適度に分解されていることから、バイオマス燃料の構成成分として優れている。

特願 2 0 0 3 - 2 7 4 4 7 9

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 1 9 9]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 3 月 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目 1 0 番 2 6 号

氏 名

株式会社神戸製鋼所